

TÜRKİYE'DE MAGMATİK FAALİYET

İhsan KETİN

Teknik Üniversite, Maden Fakültesi, İstanbul

ÖZET. — Bu makalede Türkiye'deki magmatik olaylar, özellikleri ve yayılışları bakımından olduğu gibi, kimyevi ve mineralojik bileşimleri ile kronolojik gelişmeleri yönünden de izah edilmektedir. Magmatik faaliyet, Plutonizma, Denizaltı Volkanizması ve Yerüstü Volkanizması olmak üzere üç büyük grup halinde incelenmiştir. Bu gruplar da ayrıca bileşimleri ve zaman bakımından takibettikleri sıraya göre tasvir olunmuşlardır. Bu arada misal olarak intruzyon zamanları kesin olan teşekküller alınmıştır.

I. PLUTONİZMA

Magmanın bileşimine göre, bu kısımda asit plutonlar bazik olanlardan tefrik edilmiş ve intruzyon zamanları bakımından: Paleozoik, Mesozoik ve Tersiyer yaşta olmak üzere bir sıralama yapılmıştır.

a. Asit bileşimli Paleozoik plutonlar.— Bu grup altında granit, grano diorit, kuvarslı diorit ve kısmen siyenit ve diorit magmalarının faaliyetleri ve bu faaliyetler neticesinde teşekkül eden pluton kitleleri anlatılacaktır. Farklı büyüklükte olan bu çeşit plutonlar bilhassa kuzey ve kuzeybatı Anadolu'da tezahür ederler. Şöyle ki: Trakya'da, Istranca masifi içerisindeki granit plutonları, İstanbul ve Kocaeli havalisindeki granodiorit kitleler, Uludağ ve civarının granit plutonları, Balıkesir-Edremit arasındaki Kazdağ masifinin granodiorit-kuvarslı diorit kitleleri gibi (Levha I). Bunlar Varistik (Hersinien) intruzyonların bir neticesidir. Zira bu plutonlar, bir taraftan Kocaeli'ndeki Silurien ve Devonien tabakalarını kesmekte, diğer taraftan bunlara ait granit çakılları Kocaeli Triasının taban konglomeraları içerisinde bulunmaktadır. İstanbul-İzmit şosesi üzerinde, Gebze ve Tavşancıl yakınında ve Edremit-Balya havalisinde bu gibi konglomeralar tezahür eder. (İ. Ketin, T. Aygen, G. v. d. Kaaden).

Gümüşane-Bayburt arasında bulunan pembe renkli, iri feldspat

kristallerini havi granit masifleri de Paleozoik yaşta olmalıdırlar; zira Lias tabakaları, Aşağı Hur ve Pirahmet köyleri yakınında, transgresif olarak bu granitleri örtmektedir (İ. Ketin, 1950).

b. Bazik bileşimli Paleozoik plutonlar. — Kuzeybatı ve Orta Anadolu'da görülen ve ekseriya kromit ihtiva eden bazik ve ultrabazik derinlik kitleleri ve serpantinler, bazı müellifler tarafından (P. de Wijkerslooth, A. Helke, G. Hiessleitner, W. J. Schmidt) Paleozoik olarak kabul edilmektedir. Çanakkale, Balıkesir ve Manisa havalisindeki kromitli peridotit masifleri, Bursa-Orhaneli arasındaki krom bölgesinde bulunan du nit ve harzburgit masifleri ve Kütahya-Eskişehir havzasındaki peridotit masifleri (Başören), Paleozoik intruzyonlar olarak tasvir olunmuşlardır. Bunlar umumiyetle metamorfik veya Paleozoik seriler arasında-içerisinde-bulunmakta; bunların iç dokuları Varistik istikametleri takib etmekte ve nihayet bunlar Varistik yaşlı (?) Uludağ granitleri tarafından kesilmekte ve kontakt tesirlerine mâruz bulunmaktadırlar (A. Helke, 1955). Bu müşahedelere göre, yukarda zikredilen bazik plutonların Paleozoik yaşta oldukları, her ne kadar ispat edilmiş değilse de, hemen hemen katı gibidir (Levha 1).

c. Asit bileşimli Mesozoik plutonlar. — Anadolu'nun kuzey ve güney silsilelerinde granit veya kuvarslı diorit bileşiminde büyük plutonlara raslanmaktadır. Bilhassa Kastamonu ile Bolu arasında birçok Mesozoik yaşlı plutonlar aflöre etmektedir. Küre ve Devrekani civarındaki granitik ve dioritik intruzyonlar Jura yakındadırlar. Zira bunlar Lias şistlerini kesmekte ve çakıl halindeki parçaları Malm/Alt Kretase tabakalarının taban konglomeraları içerisinde bulunmaktadır (W. Fratschner, K. Göktunalı, İ. Ketin).

Bolu masifinin biotitli granitleri ve kuvarslı dioritleri M. Blumenthal tarafından Üst Paleozoik olarak tahmin edilmekte ise de, bunların da Alt Mesozoik yaşta olmaları çok muhtemeldir. Mamafih bu hususta henüz kesin bir hüküm vermek mümkün değildir.

Elâzığ ve Malatya havalisindeki granit-kuvarslı diorit bileşimli derinlik kitleleri ise, Kretase tabakaları içerisinde bulunmakta ve Eosen tarafından örtülmektedir. Bunlar Mesozoik sonunda teşekkül etmiş plutonlardır. Yüksek Bolkar dağları zümresine dahil Horoz granit kitlesi de Mesozoik yaşta olmalıdır; zira bu havalide ki Permien kalkerleri

mezkûr granit tarafından kontakt metamorfizma tesiriyle değişikliğe uğramışlardır (M. Blumenthal, 1955).

d. Bazik bileşimli Mesozoik plutonlar. — Mesozoik faaliyet devresine ait bazik intruzyonlar yine Karadeniz dağlarının batı kısmında görülmektedir. Bir bakır madeni merkezi olan Küre'de ve yakın civarında tezahür eden peridotit, gabro, gabrodiorit ve diabaz kitleleri o mahaldeki Lias tabakalarını kesmekte ve Malm/ Alt Kretase serisinin taban konglomeraları tarafından örtülmektedir. Çakılları da aynı konglomera içerisinde bulunur.

Bu bölgedeki asit ve bazik plutonlar, Pontidler silsilesinin genç Kimmericlen kıvrılma safhası ile ilgili olarak teşekkül etmişlerdir. (W. Fratschner, K. Göktunalı, İ. Ketin).

Orta Anadolu'nun kuzey kısımlarında, Ankara-Çankırı-Çorum ve Amasya havalisinde, tezahür eden geniş serpantin kitleleri, bu bölgedeki Mesozoik jeosenklinealinin inisiyal magmatizma faaliyetlerinin bir neticesi olup, esas itibariyle Kretase (ve ekseriya Üst Kretase) yaşındadırlar. Bunlar Jura ve Alt Kretase serilerini kesmekte ve Maestrichtien tabakaları ile transgresif olarak örtülmektedirler (Kalecik-Çankırı arasında olduğu gibi, İ. Ketin, 1959).

Toroslar sisteminde ve Amanos dağlarında bulunan büyük peridotit-serpantin kitlelerinin yaşı ve mahiyeti hakkında birçok müellifler farklı fikirler ileri sürmüşlerdir. Bu hususta Doğu Toroslar mıntakasında yapmış olduğumuz müşahedelere göre, Ergani, Guleman çevresinde peridotit, piroksenit, harzburgit ve gabro bileşimindeki bazik derinlik kitleleri Paleozoik teşekkülleri kesmekte ve Maestrichtien tabakaları tarafından örtülmektedir (İ. Ketin, 1950), Keza Tunceli ve Elâzığ havalisinde aynı cins kayalar Alt Mesozoike ait kalker ve yarı mermerleri kesmekte ve Eosen tabakaları tarafından transgresif olarak örtülmektedir — binaenaleyh Kretase yaşındadırlar.

Güneyde, Ecemiş koridorunda ve Aladağ bölgesinde yer yer kromit ihtiva eden serpantin ve peridotit kitleleri Permien ve Alt Mesozoik serileri katletmekte ve Lütesien tabakaları ile örtülmektedir. Böylece Orta ve Doğu Toroslar bölgesindeki ofiolitik sahreler Kretase yaşındadırlar. Keza M. Blumenthal Orta ve Batı Toroslar'da Pozantı, Belemelik, Çakıtçay havalisindeki gabro, peridotit, dunit, lertzolit, hipersten-ojit-peridotit ve genel olarak serpantinleri Orta ve Üst Kretase yaşında kabul etmiş, Bolcardağ çevresindeki Paleozoiki kesen bazik ve ultrabazik intruzyonları da Kretaseye atfetmiş ve bunların mutlaka Mesozoikte yerleşmiş olduklarına dikkati

çekmiştir (M. Blumenthal, 1955).

Diğer taraftan, H. Colin Batı Toroslar'da Elmalı-Fethiye bölgesindeki ofiolitik taşların Alpin yaşta olduklarını kesin olarak müşahede etmiştir (H. Borchert, 1958).

Buna mukabil, G. Hiessleitner ve K. Metz gibi, bazı Avusturyalı Jeologlar Batı Toroslar'daki serpantin-peridotit kitlelerinin Paleozoik yaşta oldukları inancındadırlar. Bunlar yeşil sahrelerin Mesozoik tabakalarla olan hudutlarını «arızalı» olarak tavsif etmektedirler; şayet serpantinleri Kretase tabakaları üzerinde veya arasında görmüşlerse! G. Hiessleitner 1955 te M. T. A. mecmuasında yayınlanan son makalesinde bu kanaat üzerinde ısrar ediyor ve «Bütün müşahedelerimiz bizi Toroslar'daki serpantinlerin Mesozoik öncesi teşekkül etmiş olduklarını inandırmaya zorlamaktadır» (G. Hiessleitner, 1955). Bu düşünce ve kanaatlere iştirak etmeyen — şahsen bu yazının müellifi de dahil—birçok kimseler ve bu arada Prof. Borchert 1958 de neşrettiği «Türkiye'de Krom ve Bakır madenlerini husule getiren inisiyal ofiolitik magmatizma» başlıklı eserinde «geniş ve devamlı bir bölgede ofiolitik sahrelerin Mesozoik esnasında teşekkül ettikleri çok vazih olarak müşahede edilmektedir» der. Bu geniş zon Fethiye'den Erzurum'a, kadar bütün Toroslar silsilesini içerisine alır. Elmalı-Fethiye bölgesindeki serpantinler Orta ve Üst Kretase yaşında, Denizli-Acıpayam-Burdur-Beyşehir bölgesindekiler ise Üst Kretase ve Pozantı-Faraşa, Guleman-Ergani çevresindekiler ise mutlaka Üst Kretase-Eosen yaşında olduklarını da daha yeni travaylarında zikretmektedir (H. Borchert, 1958-1960). Aynı şekilde M. Dubertret (1955) Hatay bölgesindeki serpantinleri Üst Kretase yaşında göstermiştir.

Yukardaki muhtelif misallerden anlaşıldığına göre, Türkiye'de tezahür eden peridotit-serpantin kitlelerinin intruzyon zamanının—Kuzeybatı Anadolu'dakiler hariç—Üst Kretase olduğu bir vakıdır (Levha I).

e. Orta Anadolu ve Doğu Pontidler de Tersiyer plutonizması.— Kızılırmak'ın büyük bir kavis yaptığı Orta Anadolu bölgesinde metamorfik serilerle volkanik fasiesli Kretase tabakaları arasında, çeşitli bileşimlerde asit ve bazik plutonlar yer alır. Bilhassa Yozgat ile Kırşehir arasındaki Çiçekdağı masifinde bazik gabrolardan asit aplitlere kadar bütün taş cinsleri müşahede edilmektedir. H. Langenberg'in tâyinlerine göre aşağıdaki tipler tesbit olunmuştur: Olivinli gabro, diorit, ojitli porfirit, pertitsiyenit,

nefelinli siyenit, kuvarslı diorit, hornblendli biotit-ojit-granit, alkali-granit, yazı graniti, granit-aplit, kuvars-aplit-fels, kuvars-porfir. Bu muhtelif taş tiplerinin sınırları kesin değildir, bunlar tedricen birbirine geçerler. Bazı olanların intruzyon safhaları asit olanlarınkinden nispeten daha öncedir.

Çiçekdağ masifinin Üst Kretase tabakaları (Senonien-Turonien) bazik ve asit plutonlar tarafından kesilmiş, kat'olunmuştur. Plutonların Üst Kretase volkanik serileri ile olan hudutları pek belli değilsede, aynı yaş-taki tortul tabakalarla olan sınırları kesin ve barizdir. Böyle tipik bir kontakt sahası, Çiçekdağ'ın batı kısmında, Büyük Abdiuşağı köyü yakınında görülmektedir. Burada kalkerlerden müteşekkil Üst Kretase tabakaları (Rosalinli Senonien) gabrosiyenit bileşimli kristalin taşların hududunda mermerleşmiş, rekristalize olmuştur. Bunlar, diğer bir deyimle, grena ihtiva eden kalsitli kontakt taşlarına inkılâp etmişlerdir (determinasyon, G. v. d. Kaaden). Metamorfize olmuş kontakt taşlarının Senonien yaşında bulunmaları ve kristalin kitlelerin Lütésien tabakaları tarafından transgresif olarak örtülmüş bulunmaları, intruzyonun Üst Kretase sonunda, Laramien orojenezi esnasında veya bu safhayı hemen takiben vukua gelmiş olduğunun bariz delilleridir. O halde, Orta Anadolu'nun kristalin masifleri Eosen veya Paleosen esnasında teşekkül etmişlerdir, diğer bir tâbirle Alpindirler (İ. Ketin, 1959).

Çiçekdağı ile Kaman arasındaki kristalin taşların petrografik ve mineralojik etüdünü doktora travayı olarak hazırlamış bulunan M. Ayan, Nancy Maden Fakültesinde Zirkon kristalleri üzerinde ve kurşun/uranyum metodu ile yapmış olduğu yaş tâyinlerinin neticesine göre, bu bölgedeki granitik taşların yaşı 54 milyon sene olarak hesaplanmıştır. Bu netice jeolojik enterpretasyonlarımızı teyit eder mahiyettedir.

Orta Anadolu'daki kristalin kitleler şimdiye kadar, metamorfik çevreleri ile birlikte Paleozoik ve hattâ Paleozoik öncesi masifler olarak kabul edilmekte idi. Bu bölgenin Buchardt, Lebküchner ve müellif tarafından jeolojik lövelerinin yeniden yapılması esnasında, metamorfik serilerin büyük bir kısmının Mesozoike ait oldukları ve kristalin kitlelerin ise Üst

¹Ayan, M. (1959) : Contribution a l'etude petrographique et geologique de la region situee au nord-est de Kaman (Turquie). These, Fac. Sc. Univ. Nancy, tome II, p. 396

Kretaseden daha genç buldukları tesbit edildi (İ. Ketin, 1959).

Orta Anadolu'daki bu genç plutonizma faaliyeti, batıya doğru Eskişehir'e kadar, doğuya doğru ise Divrik-Erzincan sahasına kadar uzanır. Divrik çevresindeki siyenit- ik intruzyonları Türonienden sonra vukua gelmiş ve bunlar Üst Kretase yaşındaki radiolaritli ve serpantinli ofiolitik serileri bâriz kontakt tesirleri ile kesmiş durumdadır (V. Kovenko, P. De Wijkerslooth, M. Gysin).

Doğu Karadeniz sıradağları içerisinde, «Giresun-Ordu ve Hopa güneyindeki granit ve granodiorit masifler de bu bölgede Üst Kretase/Paleosen yaşlı ve volkanik fasiesli teşekkülleri kat'etmişler, kontaklarında bâriz tesirler bırakmışlardır (E. Altınlı, 1946).

II. DENİZALTI VOLKANİZMASI

a. Paleozoik faaliyet.— Ordovisien yaşındaki en eski denizaltı volkanizması, Toroslar'da, Amanos dağları bölgesinde F. Frech tarafından zikredilmektedir (1914). Burada ojitli ve amfibollü porfiritle rüsubi Ordovisien tabakaları arasında yer almakta onlarla birlikte kıvrılmış, deforme olmuş bulunmaktadır.

Kuzeybatı Anadolu'da, Soma ve Kütahya çevresindeki yeşil sahreleri P. Arni, Permo-Karbonifer olarak kabul etmiştir (1942). Keza Şile bölgesindeki trakiandezit bileşimli lâv ve tüfler (tüfitler), F. Baykal tarafından Permo-Karbonifer yaşında gösterilmişlerdir (1943); zira bunların çakılları Triasin taban konglomeraları içerisinde bulunmuştur. Buna benzer diğer misaller verilebilir, fakat umumiyetle Paleozoike ait denizaltı lâvları hakkında çok az müşahedelerimiz vardır.

b. Liasa ait faaliyet.— Denizaltı volkanizması esaslı olarak Kuzey Anadolu Lias havzasında inkişaf etmiştir. Bayburt-Amasya bölgesinde Lias formasyonu içerisinde çok defa fosilli olarak (Ammonit ve Brakio-podlu) muhtelif seviyelerde denizaltı lâv ve tüfleri tezahür eder. Bilhassa diabaz, spilit, andezit, amigdaloid bazalt cinsinden volkanik malzeme, tortul tabakalar arasında kalın yataklar teşkil etmişlerdir (İ. Ketin, 1951). Bayburt bölgesinde 2000 metre kalınlık gösteren Lias teşekkülâtı yukardan aşağıya doğru:

300-350 m volkanik aratabakalı gre ve şistler,

- 8-10 m Phylloceras'lı Aalenien - Toarsien kalkerı,
 500-550 m ince volkanik yatakları havi şistler (Amaltheus'lu
 Domerien),
 300-350 m andezit-spilit lâvları ve tüfleri, gre ve marn,
 50 m kırmızı renkli, fosilli kalker ve marn,
 100 m Brakiopodlu kumlu kalker ve tuf-tüfit,
 300 m kuvarslı lâv ve tuf yatakları,
 250-300 m Arietites'li gre-konglomera ve şist (Sinemürrien).

Bayburt civarındaki bu formasyon doğu ve batıya doğru aynı tarzda devam eder.

c. Kretase esnasındaki faaliyet. — Kretase devri Anadolu'da denizaltı volkanizmasının şiddetli olduğu bir safhaya tekabül eder. Bu devrin tortulaşma havzalarında muazzam ofiolitik intruzyonlar vukua gelmiş, pilov lâvları şeklinde diabazlar, spilit, bazalt ve andezitlerle serpantin lâvları geniş sahalara yayılmışlardır. Bu magmatik malzeme ile birlikte radiolarit, yeşil şistler, kırmızı kalker ve marnlar da deniz dibinde teressüp etmiş ve beraberce ofiolitik serileri meydana getirmişlerdir.

Anadolu'nun merkezî ve iç kısımlarında, Ankara-Irmak-Kalecik-Çankırı-Çorum ve Amasya havhalisinde ve bütün Toroslar sisteminde bu gibi karışık serilere raslanmaktadır. Bu hususta tipik bir kesit Yozgat-Çorum şosesi üzerinde ve bu yola paralel vadiler içerisinde müşahede edilmektedir. Böyle bir teşekkül, Yozgat kuzeydoğusunda, Kırım deresinde, yukardan aşağıya doğru şu tabakalardan meydana gelmiştir (İ. Ketin, 1956):

- 50-60 m kalınlıkta alacalı, ince tabakalı kalkerler,
 25-30 m " amigdaloid spilitler,
 15-20 m " kırmızı kalker ve marnlar,
 8-10 m " bazaltik pilov lavları,
 45-50 m " renkli şistler ve marn,
 20 m " kalker ve radiolarit,
 25 m " marn ve kalker,
 6 m " bazik lavlar ve volkanik breş,
 60-65 m " kırmızı kalker ve marn,
 10-12 m kalınlıkta yastık (pilov) şeklinde spilit,

30 m	"	kalker, şist ve marn,
3 m	"	bazik lâv,
20 m	"	gri şistler ve marn,
50 m	"	serpantin,
5 m	"	kalker ve radiolarit,
8 m	"	amigdaloid spilit,
20 m	"	gri kalker ve marn,
5 m	"	diabaz,
80 m	"	açık mavi renkli şist ve marn,
20 m	"	kalsitleşmiş bazalt,
80-90 m	"	marn ve şist,
8-9 m	"	kırmızı kalker ve radiolarit,
120-130 m	"	gre ve kumlu kalker,
8-10 m	"	volkanik tuf ve spilit,
20 m	"	kristallenmiş kalker blokları,
45-50 m	"	serpantin ve bazik lâvlar,
120-130 m	"	kalker, radiolarit ve serpantin.

Kretase ofiolit serisinin tortul tabakaları içerisinde ve bilhassa taban kalkerlerinde:

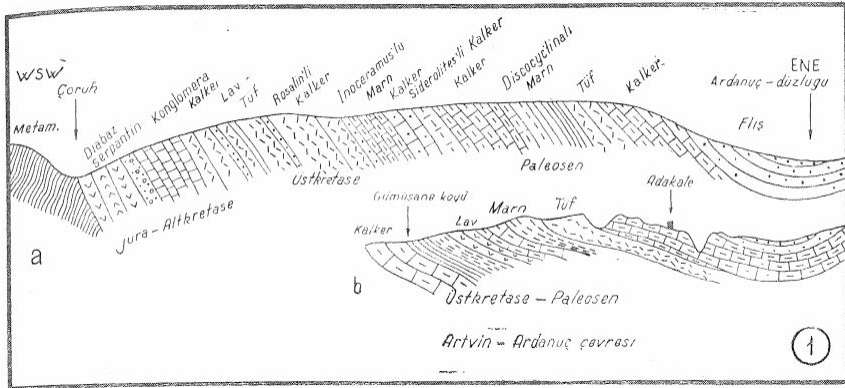
Orbitolina trochus (Fritsch) Silvestri²

Orbitolina aff. conoidea Grass³

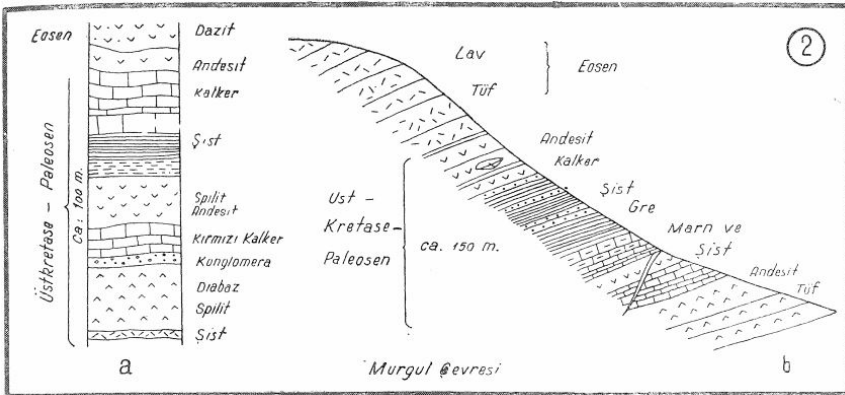
ve daha üst seviyelerde, lâvlarla aratabakalı olarak çok sayıda Senonien ve Turonieni temyiz eden Globotruncana'lar tesbit edilmiştir (İ. Ketin, 1956).

d. Üst Kretase-Paleosen esnasındaki faaliyet. — Mesozoik zamanında vukua gelen denizaltı volkanizmasının son safhası Üst Kretase/Paleosen sınırında cereyan etmiştir. Bu devreye ait teşekküller Karadeniz kıyı dağları boyunca ve bilhassa bu silsilenin doğu kısmında ve Güney Anadolu sıradağlarında kalın lâv ve tuf yatakları halinde tezahür ederler. Bu yatakların kalınlığı Rize ve Ordu gerisinde 1400 metreyi bulur ve Trabzon-Gümüşane arasında da aynı şekilde devam eder.

²⁾ P. Arni, 1942; ³⁾ İ. Ketin, 1945.



Şek. 1 - Artvin-Ardanuç çevresinde Üst Kretase/Paleosen volkanik serisi



Şek. 2 - Murgul çevresinde Üst Kretase/Paleosen volkanik serisi

Misal olarak bu seriye ait birkaç profil aşağıda gösterilmektedir. Bunlardan birincisi Murgul-Artvin bakır bölgesinden alınmıştır. Burada denizaltı volkanizması diabaz ve spilit lâvları ile Alt Mesozoikte—Jura/Alt Kretase esnasında—başlamış, bütün Kretase boyunca devam etmiş ve Alt Eosene de geçmiştir. Bu seri üzerinde Lütesien tabakaları transgresif olarak bulunurlar. Şekil 1, 2 durumu bâriz olarak göstermektedir (İ. Ketin, 1948—neşredilmemiş rapor).

Güneyde ikinci bir bakır havzası olan Ergani çevresinde de Üst Kretase/Paleosen formasyonları volkanik fasieste inkişaf etmiş ve Lütesien tabakaları ile transgresif olarak örtülmüştür (E. Chaput, 1936, İ. Ketin, 1951).

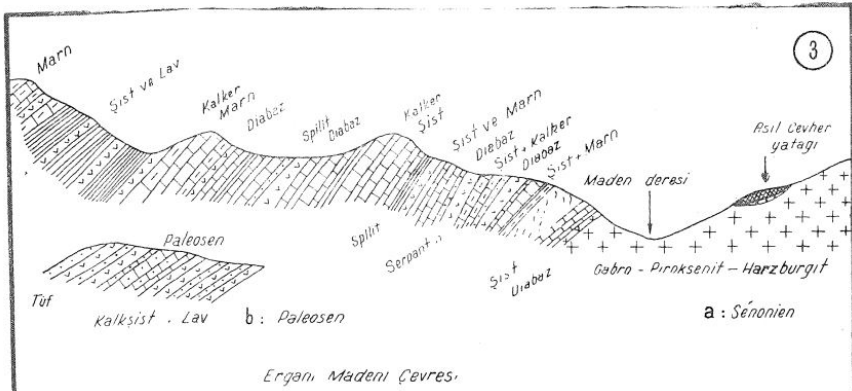
Elâzığ-Diyarbakır şosesi kenarında, Maden deresi boyunca Üst Senonien ve Alt Eosene ait şist, gre ve kalkerlerle aratabakalı olarak diabaz, spilit, andezit ve az miktarda dasit lâv ve tüfleri tezahür eder. Bakır madeni

civarında, gabro, piroksenit ve harzburgitlerden müteşekkil bir temel üzerinde (Şek. 3):

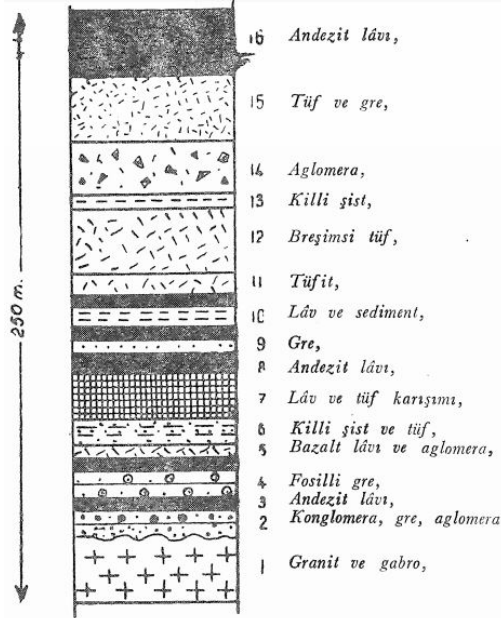
15 m kalınlıkta	diabaz,
50 m "	Senonien foraminiferlerini havi alacalı şistler ve kalkerler,
150 m "	serpantin breşleri ve radiolarit,
120 m "	alacalı şistler ve marn (Senonien),
35 m "	amigdaloid splitler,
80 m "	şist ve marn,
40 m "	serpantin ve diabaz,
120 m "	alacalı şistler ve marn,
30 m "	bazik lâvlar ve split,
300 m "	alacalı şistler ve kalker,
30 m "	amigdaloid split ve andezit,
80 m "	renkli şistler ve marn,
15 m "	diabaz,
100 m "	Maestrichtien yaşında şist ve marn,

— çok kalın şist ve lâv alternasyonu.

müşahede ve tesbit edilmiştir (İ. Ketin, 1947—neşredilmemiş rapor). Ayrıca Maden kazasının 4.5 km güneydoğusunda, volkanik yataklar arasında gremsi kalker bankları yer alır ve bunlar, *Miscellanea miscella* d'Arch., *Globorotalia* sp. gibi Paleosen Foraminiferleri ihtiva ederler (İ. Ketin, 1951). Bu seri üzerinde de Alt Lütesien yaşında, *Nummulites atacicus*, *N. globulus*, *N. guettardi* ve *Nummulites granifer* ihtiva eden gri kalkerler gelir.



e. Eosen esnasındaki faaliyet. — Türkiye'deki denizaltı volkanizması Eosen esnasında da faaliyetine devam etmiş ve bilhassa Orta ve İç Anadolu'da geniş sahalara yayılmıştır. Yozgat ve Merzifon-Havza havalisindeki andezit, spilit lâvları, tuf ve volkanik breşler, fosilli Lütesien tabakaları ile birlikte tortulaşmış ve daha sonra birlikte deforme olmuşlardır. Yozgat-Yerköy yolu kenarında bu çeşit teşekküller bariz olarak görülmektedir. Yozgat şehrine girerken, dereden itibaren aşağıdaki profil müşahede edilir:



Şek. 4 – Yozgat yakınında Eosen volkanik serisi

Tabanda, diorit bileşiminde kristalin taşlar aflöre eder ve bunların üzerinde:

- | | |
|--------|--|
| 8-10 m | kalınlıkta ince taneli konglomera, gremsi kalker ve şistler (Nümmulit'li), |
| 6-7 m | " amigdaloid bazalt parçalarından müteşekkil aglomera ve tuf, |
| 3.5 m | " andezit lâv ve tüfleri, |
| 3 m | " Nümmulitli gre ve tuf, |
| 5-6 m | " Lütesien Nümmulitlerini havi (N. granifera, N. uroniensis) tuf, |
| 5 m | " amigdaloid lâv ve tüfler, |

		6 m kalınlıkta ince zerrelı tuf ve ki,l
15-18 m	"	andezit lâv ve tufleri,
8 m	"	kloritli andezit,
5 m	"	ince zerrelı tuf,
4 m	"	andezit lâvı,
8-10 m	"	tufit,
18-20 m	"	yeşil, breşimsi tuf (yapı taşı),
10 m	"	ince zerrelı, sarı tuf,
25-30 m	"	volkanik aplomeralar,
50-60 m	"	ince zerrelı tuf (tufit),
40-50 m	"	koyu gri renkli andezit lâvı (Keltepe)

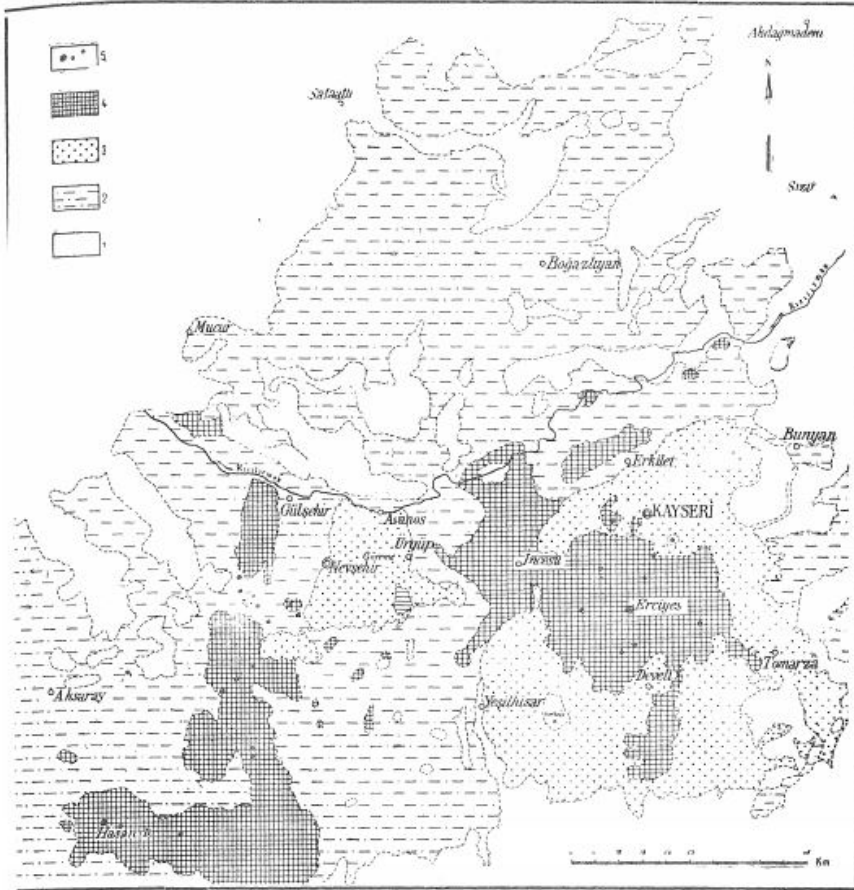
yer alır. Bütün profil takriben 250-270 metre kadardır (İ. Ketin, 1956), Şekil 4 bu durumu basit şekilde ifade etmektedir.

Merzifon-Osmancık-Havza arasındaki volkanik fasiesli Eosen serileri de hemen hemen aynı karakterde olup, Ankara-Samsun şosesi üzerinde, Çeltek deresi boyunca tezahür ederler.

III. YERÜSTÜ VOLKANİZMASI

Anadolu'daki asıl volkanik faaliyet Üst Oligosende ve bilhassa Miosende başlamış, Pliosen ve Kuaterner esnasında en şiddetli safhasını geçirerek tarihî zamanlarda yavaş yavaş sona ermiştir. Umumiyetle andezit lâv ve tufleri püskürtülmüş, diğer asit ve bazik malzeme tâli derecede rol oynamıştır. En çok raslanan volkan şekilleri koni biçimindeki stratovolkanlar ve tabakalı lâv ve tuf yataklarıdır. Bunlara ilâveten bazı kaldera (Nemrut) ve Maar (Acıgöl) tipleri de mevcuttur. Yaygın bazalt örtüsü yalnız güneydoğuda (Karaçalı dağ), Türkiye-Arabistan sınırında tezahür eder.

Erciyas ve Hasan dağları gibi Orta Anadolu'nun büyük volkanları Üst Miosende faaliyet halinde bulunuyorlardı. Bunların ilk erüpsiyon mahsulleri olan açık renkli asit tufler, volkan merkezinden yüzlerde kilometre uzaklara kadar serpilmişler ve o zamanki Neojen gölleri içerisinde tortulaşmalardır (Şek. 5). Böylece Ürgüp-Göreme-Nevşehir havalisindeki 300-350 metre kalınlıkta olan tuf yatakları teşekkül etmiştir. Bu ilk faaliyet zamanı, jeolojik olarak tâyin ve tesbit edilebilmektedir. Zira tufler arasında bazı omurgalı hayvanların (Hipparion gracile) kemik ve diş bakiyelerine raslanmaktadır (E. Chaput, 1936; İ. Yalçınlar, R. İzbirak, 1950-1951). Bu



Şek. 5 - Erciyes volkanına ait lâv ve tüflerin yayıldığı bölgeler

1 - Neojen öncesi formasyonlar; 2 - Tüflü Neojen; 3 - Tüfler; 4 - Lâvlar;

5 - Erüpsiyon merkezleri.

volkanlarda lâvların çıkışını temin eden asıl faaliyet ikinci safhada, Pliosen ve Kuaterner esnasında vukua gelmiştir. Bunların son erüpsiyonları ise tarihî zamanlarda insanlar tarafından müşahede edilmiştir.

Ankara civarındaki andezit-dasit lâvlarının ve Konya-Afyon çevresindeki trakiandezitik lâv kubbelerinin erüpsiyonları da Miosen ve Pliosen esnasında vukua gelmiştir.

Batıda, Ege bölgesinde, çok defa andezit ve dasit lâvları ve tüfleri Neojene ait göl rüsupları arasında yer alırlar. Keza liparit bileşimli olanlar da tabakalı ve aynı yaşadıkları. Bazalt erüpsiyonları ise bu bölgedeki volkanik faaliyetin son safhasını teşkil ederler.

Eski müelliflerin «Yanık arazi = Katakekaumene» dedikleri Kula çevresinde en genç bazaltlar tezahür eder. Eifel ve Auvergne'de olduğu gibi, buradaki lâvlar da taze ve kraterler iyi muhafaza olunmuştur. Buradaki ilk bazalt akıntısı vadilerin açılmasından evvel, ikinci ve üçüncü bazalt erüpsiyonları ise vadi teşekkülünden sonra vukua gelmiştir. En son faaliyet ise jeolojik yeni çağda (Recent) olmuş, fakat tarihî zamanlarda devam etmemiştir. Bu dört safha esnasında daima bazalt cinsinden, aynı bileşimde, lâvlar çıkmıştır (hornblendi, lösitli ve nefelinli bazaltlar) (A. Philippon, F. Frech).

Güneydoğu Anadolu'da, Diyarbakır-Cizre ve Gaziantep havalisinde, bazalt-dolerit lâvları, Pliosen tabakaları üzerinde bir örtü halinde, geniş sahalara yayılmış olarak tezahür ederler. Bizzat Diyarbakır şehri içerisinde bazaltlar tabii kaldırım taşı halinde görünürler. Bunların erüpsiyon zamanları Plio-Kuaterner safhaya tekabül eder.

Doğu Anadolu'da ve Van gölü etrafındaki Büyük ve Küçük Ağrı, Süphan, Nemrut ve Tendürek volkanlarının erüpsiyonları Plio-Kuaterner hududunda başlamış ve yeni zamanlara kadar devam etmiştir. Önce andezit veya andezitobazalt lâvları çıkmış ve büyük volkanların gövdelerini meydana getirmişlerdir. Daha sonra bazalt erüpsiyonları olmuş ve bunlar Süphan ve Nemrut dağlarının zirve kısımlarını teşkil etmişlerdir.

Büyük ve Küçük Ağrı, birbirinden ayrı volkanlardır. Her ikisinin özel erüpsiyon kanalları ve konileri vardır. Her ikisi de stratovulkan olup, umumiyetle lâvlardan ve daha az tuf ve aglomeralardan müteşekkildirler. Zirvelerinde kazan şeklinde kraterleri bugün artık mevcut değildir. Orjinal kraterleri, katılmış lâvlar ve tüflerle dolmuş ve kısmen de aşınmıştır.

Büyük Ağrı volkanının alt kısımları eski andezitlerden, üst kısımları ise, andezitleri kesen daha genç bazalt örtüsünden müteşekkildir. Her iki Ağrı, bugün tamamen sönmüş volkanlardır. Solfatar veya fümerol faaliyeti de yoktur. Ağrı lâvlarının başlıca tipleri: lökoandezit, Hipersten-ojit-andezit, az miktarda dasit, bazalt cinsinden olivinli andesin-bazaltlar asıl kitleyi teşkil etmişlerdir (M. Blumenthal, 1958).

Ağrı volkanının en eski faaliyeti Pliosen/Kuaterner geçiş zamanına raslar. Bu esnada andezit lâv ve tüflerinden müteşekkil stratovulkanın asıl gövdesi meydana gelmiştir. Bazaltik yan erüpsiyonların vukua geldiği genç safha ise, Dördüncü Zamanın sonlarına tekabül eder, daha yeni zamanlarda faaliyet olmamıştır.

Orta Anadolu'daki büyük Erciyas volkanının (3916 m) periferik-piraziter kraterlerinin faaliyetleri tarihî zamanlarda devam etmiş bulunmaktadır. Amasya'da doğmuş olan eski coğrafyacı Strabon (Milâttan önce 63-Milâttan sonra 21) meşhur coğrafya kitaplarında Erciyas dağının genç faaliyeti hakkında şunları yazmaktadır: «Biraz sonra ateş ve duman fıskıran geniş bir sahaya gelinir, burada zemin bataklıktır ve geceleri alevler yükseilir» (F. Frech, 1914).

F. Oswald'a göre Doğu Anadolu'daki Nemrut dağının son erüpsiyonu tarihî zamanlarda (? 1441) vukua gelmiştir. Bu esnada 25 km uzunluktaki bazalt akıntısı teşekkül etmiş ve bu lâv seli Bitlis'e kadar akmış, Van gölünde suların toplanmasına sebep olmuştur (E. Lahn, 1945).

Kuaterner yaşında bir bazalt konisi olan (3313 m) Tendürek, Anadolu'nun yegâne «aktif» volkanıdır. O şimdi faaliyetinin solfatar safhasında bulunmaktadır (H. N. Pamir, 1951). Dağın doğu kısmındaki 400-500 m genişliği olan kraterinden sıcak buharlar ve H₂S ihtiva eden gazlar yükselmekte ve bu gazlardan etrafta kükürt teressüp etmektedir. Buharların sıcaklığı 50-60° arasındadır. Diyadin'in sıcak su kaynağı Tendürek erüpsiyonu ile ilgilidir. Keza Türkiye'nin birçok yerlerinde tesadüf edilen sayısız sıcak maden suları ve karbon dioksitli membalar, en genç volkanik faaliyetlerin son tezahürlerini teşkil ederler.

Not: Bibliografya Almanca makalenin sonundadır.

Neşre verildiği tarih 10 Kasım, 1960

ÜBER DIE MAGMATISGHE ERSCHEINUNGEN IN DER TÜRKEI

İhsan KETİN
Technical University of İstanbul

In folgenden Zeilen werden die magmatischen Erscheinungen in der Türkei hauptsächlich nach dem Ort und dem Wesen der Tätigkeit behandelt, wobei noch die chemisch-mineralogische Zusammensetzung und die chronologische Entwicklung verschiedener magmatischer Körper in Betracht gezogen werden. Die magmatische Aktivität wurde damit in drei Gruppen wie Plutonismus, Submarinvulkanismus und Oberflächenvulkanismus eingeteilt, und jede von diesen nach ihrer Zusammensetzung und zeitlicher Folge einzeln beschrieben. Als Beispiele werden nur solche Einheiten vorgenommen, deren Intrusionszeit wohl definiert ist.

I. PLUTONISMUS

Nach der Zusammensetzung des Magmas unterscheiden wir hier den sauren Plutonismus von dem basischen und nach dem Alter der Intrusionen ordnen wir die Vorgänge als palaeozoischer, mesozoischer und tertiärer Plutonismus.

a. Palaeozoischer Plutonismus von saurer Zusammensetzung.— Unter diesem Begriff verstehen wir die Tätigkeit des granitischen, granodioritisch-quarzdioritischen und zum Teil auch syenitisch-dioritischen Magmas. Solche Tiefengesteine von verschiedener Grosse kommen hauptsächlich im nördlichen Teil Anatoliens vor. Die granitischen Plutone des Istranca-Gebirges in Thrazien, die granodioritischen Stöcke nahe İstanbul und in Kocaeli (Bithynien), die granitischen Batholithe des Uludağ-Massivs und seiner Umgebung, die granodioritisch-quarzdioritischen Plutone des Kazdağ-Massivs zwischen Balıkesir und Edremit am ägäischen Meer gehören zu dieser Gruppe. Sie sind die Produkte der variszischen Intrusionen. Das Alter dieser Intrusionen ist so weit geologisch gesichert, so dass die obersilurisch-devonischen Schichten in Bithynien einerseits von diesen plutonischen Gesteinen durchsetzt sind und die granitischen Geröl-

le andererseits in dem Basalkonglonierat der unteren Trias vorkommen. An der Hauptstrasse İstanbul-İzmit nahe dem Orte Gebze und in der Gegend von Edremit und Balya kann man diese Konglomerate wohl beobachten (İ. Ketin, G. v. d. Kaaden, T. Aygen).

Die granitischen Batholithe mit grossen farbigen Feldspäten zwischen Gümüşane und Bayburt am südlichen Rande des ostpontischen Gebirges dürften auch palaeozoisch sein, da hier Liasschichten nahe dem Dorfe Aşağı Hur und Pirahmet transgressiv auf diesen Graniten liegen (İ. Ketin, 1950).

b. Palaeozoischer Plutonismus von basischer Zusammensetzung. — Die meist chromerz- führenden basischen und ultrabasischen Tiefengesteine einschliesslich Serpentine im nordwestlichen und zentralen Teil Anatoliens werden von einigen Forschern wie P. de

Wijkerslooth, A. Heike, G. Hiessleitner und W. J. Schmidt als palaeozoisch betrachtet. So sind unter anderen die chromithaltigen Peridotitmassive der Umgebung von Çanakkale-Balıkesir und Manisa, sowie die Dunite und Harzburgite des Chromerzgebietes zwischen Orhaneli und Bursa (A. Heike) und die Peridotitmassive der Gegend von Kütahya und Eskişehir (Başören—W. J. Schmidt) als palaeozoische Intrusiva angenommen. Diese Gesteine liegen nämlich meist in den metamorphen oder palaeozoischen Schichtserien, ihre innere Gefüge folgen den varistischen Strukturen und sie sind ausserdem von den jungvaristischen Graniten (wie von Uludağ) kontaktmetamorph verändert worden (A. Heike, 1955). Danach soll das palaeozoische Alter der ophiolitischen Gesteine dieser Gegend ziemlich gesichert sein, wenn auch nicht eindeutig geklärt ist (Tafel I).

c. Mesozoischer Plutonismus von saurer Zusammensetzung. — Sowohl in nördlichen wie auch in südlichen Ketten Anatoliens treffen wir grosse Plutone granitisch-quarzdioritischer Zusammensetzung. Besonders im westlichen Teil des pontischen Gebirges zwischen Kastamonu und Bolu sind viele mesozoische Batholithe aufgeschlossen. Die granitisch - dioritischen Tiefengesteine der Gegend von Küre-Devrekâni (die alte Kupfermine) sind jurassisch, denn sie durchsetzen die Lias-schiefer und ihre Gerölle befinden sich in den Basalkonglomeraten der Malm-Unterkreideschichten (W. Fratschner, K. Göktunalı, İ. Ketin).

Die Biotitgranite und-Quarzdiorite des Bolu-Massivs dürften auch altmesozoisch sein; M. Blumenthal vermutet aber ein spätpalaeozoisches Alter für diese Gesteine, Die Altersfrage ist hier noch nicht geklärt.

Die granitisch-quarzdioritischen Tief engesteine der Gegend von Elâzığ und Malatya im östlichen Taurusgebiet liegen in den kretazischen Schichten und werden vom Eozän überlagert. Sie gehören also zum spätmesozoischen Plutonismus. Der Granitstock von Horoz im hohen Bolkardağgebiet könnte auch altmesozoisch sein, da er die permischen Kalke der Umgebung kontaktmetamorph verändert hat (M. Blumenthal, 1955).

d. Mesozoischer Plutonismus von basischer Zusammensetzung.— Die basischen Intrusionen des mesozoischen Zyklus begannen auch im westpontischen Gebirge. In dem Kupfererzgebiet von Küre treten Peridotite, Gabbros, Gabbrodiorite und Diabase auf, welche die Liasschichten durchbrechen und von den Basalkonglomeraten der Malm-Unterkreideserie überlagert sind. Ihre Gerolle befinden sich auch in diesem Konglomerat. Die sauren und basischen Intrusiva dieser Gegend stehen offenbar mit der jungkimmerischen Faltung des pontischen Gebirgszuges in Zusammenhang (W. Fratschner, K. Göktunalı, İ. Ketin).

Die zahlreichen Serpentinaufschlüsse des nördlichen Teiles von Zentralanatoliens, der Gegend von Ankara-Çankırı-Çorum und Amasya, gehören vielmehr dem initialen Magmatismus der mesozoischen Geosynklinale dieses Gebietes und sind hauptsächlich kretazisch. Sie durchsetzen die fossilführenden Schichten des oberen Juras und der Unterkreide und werden von Maastricht transgressiv überlagert (Kalecik-Gebiet nordöstlich Ankara) (P. Ami, F. Baykal, İ. Ketin).

Das Wesen und die Altersfrage der grossen und ausgebreiteten Peridotit-Serpentin-Massive des ganzen Taurussystems und des südlichen Amanos-Gebirges wurden von vielen Forschern untersucht und manchmal heftig diskutiert. Für dieses Problem möchte ich erst meine eigenen Beobachtungen im östlichen Taurus vorlegen. In dem bekannten Chrom- und Kupfererzgebiet von Ergani-Guleman kommen basische Plutone in der Zusammensetzung von Peridotit, Pyroxenitj Harzburgit und Gabbro vor, die das Palaeozoikum durchbrechen und vom

Senon (Maastricht) überlagert werden (İ. Ketin, 1950). Die ähnlichen Gesteine einschliesslich Serpentine der Gegend von Tunceli und Elâzığ sinä rein kretazisch, da sie altmesozoische Kalke und Halbmarmer durchsetzen und vom unteren Eozän transgressiv überlagert werden (İ. Ketin, 1945). Im nördlichen Teil des Ecemiş-Korridors oder Tekir-Grabens und im Aladağgebietes sind die zum Teil chromitführenden Serpentin-Peridotit-Stöcke In die permischen und altmesozoischen Kalke (hauptsächlich kretazisch) eingedrungen und sie werden vom Eozän (Lutet) überlagert (İ. Ketin, 1958). So haben die basischen, oder ophiolitischen Intrusivgesteine des mittleren und östlichen Taurus-Gebirges, nach meiner Überzeugung kretazisches Alter.

M. Blumenthal hatte die ophiolitischen Gesteine (Peridotit, Gabbro, Dunit, Lherzolith-Hypersthenaugitperidotit-und Serpentin) des zentralen und westlichen Taurusgebietes, namentlich die von Pozantı-Belemedik-Çakıtçay, mittel-bis oberkretazisch angenommen. Trotz des unsicheren Alters der basischen und ultrabasischen Gesteine des hohen Bolkardağ-Gebietes, die In die palaeozoischen Schichten eingedrungen sind, befürwortet M. Blumenthal noch das kretazische Alter derselben und schrieb wörtlich: «bis nicht strikte Gegenbeweise geliefert sind, müssen wir bei der angeführten jungmesozoischen mise en place bleiben» (M. Blumenthal, 1955).

Nach den neuen Kartierungen des westlichen Taurusgebietes von H. Colin ist das alpidische Alter der Hauptophiolite der Gegend von Fethiye und Elmalı so.gut wie sicher gestellt (H. Borchert, 1958).

Dagegen haben österreichische Forscher wie Dr. Hiessleitner und Prof. Metz, feste Meinungen über das palaeozoische Alter der Peridotit-Serpentin-Massive sowohl des westlichen und zentralen Taurusgebirges wie auch der ganzen Türkei überhaupt. Sie erklären die Lagerungsverhältnisse der ophiolitischen Gesteine mit den mesozoischen Schichten als «tektonisch gestört», wenn die Peridotite über dem Mesozoikum, besonders über der Kreide liegen, oder sogar in den Kreideschichten gesteckt aussehen. In seiner neuen Veröffentlichung In der M.T.A.- Zeitschrift betont G. Hiessleitner Immer noch: «Alle Beobachtungen drängen vielmehr zur Annahme von vormesozoischen Alter der Tauruserpentine» (G. Hiessleitner, 1955).

Gegenüber diesen Aeusserungen von Dr. Hiessleitner schrieb Prof. Bordiert in seiner letzten, sehr interessanten Arbeit über die Chrom- und Kupfererzlagerstätten des initialen ophiolitischen Magmatismus in der Türkei (1958) folgendes: «Mesozoische Bildung der Ophiolite hat sich sehr klar gezeigt in einer wirklich regional ausgedehnten Zone». Diese Zone umfasst die ganze taurische Kette von Fethiye im Südwesten bis zum Erzurum-Gebiet im Ostanatolien. Darunter sind die ultrabasischen und basischen Intrusiva des Fethiye-Elmalı-Gebietes mittel- bis oberkretazisch; die Ophiolite in Form von Serpentin in Denizli-Acıpayam-Burdur-Raum und im Gebiete um den Beyşehir-See herum sind mit dem Schwergewicht oberkretazisch; die Hauptmasse der ophiolite der Pozantı-Faraşa-Zone und des Ergani-Gulemangebietes ist sicher oberkretazisch bis unterezän (H. Borchert, 1958-1960). Auch nach Dubertret sind die ophiolitischen Gesteine des Hatay-Gebietes sicher oberkretazisch (M. Dubertret, 1955).

e. Tertiärer Plutonismus im Zentralanatolien und im ostpolitischen Gebirge.— Im mittleren Teil Anatoliens, wo der Kızılırmak (der Halys) einen grossen Bogen macht, treten neben metamorphen Gesteinen und Kreideschichten in vulkanischer Fazies saure und basische Plutone auf, deren Zusammensetzung sehr mannigfaltig ist. Besonders im Çiçekdağ-Massiv zwischen Kırşehir und Yozgat kommen von basischen Gabbros bis zu sauren Apliten fast alle Zwischenglieder vor. Nach der Bestimmung von H. Langenberg hat man folgende Typen unterschieden: Olivingabbro mit basischen Labradoriten, Diorit, Augitporphyrit, Perthitsyenit, Nephelinsyenit, Quarzdiorit, Hornblende-Biotit-Augit-Granit, Alkali-granit, Schriftgranit, Granitaplit, Quarzaplitfels und Quarzporphyr. Die Grenzen dieser verschiedenen Gesteinstypen sind unscharf, sie gehen meist ineinander über. Die Intrusionszeit der basischen Gesteine ist relativ früher als die der sauren.

Die oberkreideschichten (Turon und Senon) des Çiçekdağ -Massivs werden von den basischen und sauren Tief engesteinen durchsetzt. Die Kontakte der Intrusionsmassen mit den vulkanischen Teilen der oberen Kreide sind meist unscharf; dagegen sind sie viel deutlicher mit den sedimentären Schichten derselben Formation. Eine solche typische Kontaktstelle befindet sich nahe dem Dorfe Büyük Abdiuşağı im westlichen Teil

des Çiçekdağmassives. Dort wurden kalkige Öberkreideschichten (Rosalinienführendes Senon) an der Berührungsstelle mit gabbroidisch-syenitischen Gesteinen marmorisiert, oder rekristallisiert; sie wurden mit anderen Worten in «granatführendes kalzitisches Kontaktgestein» umgewandelt (G. V. d. Kaaden). Da diese Kontaktgesteine zum Senon gehören und die Kristallingesteine von Lutetschichten transgressiv überlagert sind, dürfte die Intrusion der plutonischen Gesteine am Ende der oberen Kreide, während oder gleich nach der laramischen Faltung stattgefunden haben. Die kristallinen Gesteine in Zentralanatollen sind daher im Eozän (wenigstens im Palaeozän) entstanden; sie sind mit anderen Worten alpidisch (İ. Ketin, 1959).

Diese Schlussfolgerung ist ganz neu. Bis jetzt hatte man im allgemeinen geglaubt, dass die kristallinen Gesteine mit ihren metamorphen Rahmen im Zentralanatollen palaeozoisch oder sogar vorpalaeozoisch wären. Nach neueren Kartierungen des ganzen Gebietes von Buchardt, Lebküchner und von mir selbst, hat es sich herausgestellt, dass ein Teil der metamorphen Serien dem Altmesozoikum gehören und die kristallinen Tiefengesteine jünger als Oberkreide seien.¹

Dieser junge Plutonismus dürfte sich nach Westen hin bis Eskişehir, und nach Osten hin bis Divrik und Erzincan fortgesetzt haben. Die sauren, mehr syenitischen Intrusiva des Elsenerzgebietes von Divriği (Divrik) haben auch postturonisches Alter. Sie durchsetzen dort die oberkretazischen, radiolarit- und serpentinführenden Ophiolitserien mit deutlichen Kontaktwirkungen (V. Kovenko, P. de Wijkerslooth, M. Gysin).

Die granitisch-granodloritischen Stöcke der ostpontischen Region südlich Giresun - Ordu und Hopa intrudierten in die oberkretazisch-palaeozänen Schichtserien in vulkanischer Fazies. Sie durchsetzten die vulkanischen übersenonschichten und übten Kontaktwirkungen auf diesen Gesteinen (E. Altınlı, 1946).

¹ In der letzten Zeit hat Dr. Mehmet Ayan die Intrusionszeit der granitischen Gesteine zwischen Kaman und Çiçekdağ physikalisch bestimmt und gibt den Zahlenwert von 54 Millionen Jahre! (Contribution à l'étude pétrographique et géologique de la région située au nord-est de Kaman (Turquie). Thèse, Fac. Sc. Univ. Nancy, tome II, 1959).

II. SUBMARINVULKANISMUS

a. Palaeozoische Tätigkeit. — Der älteste, untersilurische Submarinvulkanismus wurde schon von F. Frech aus dem Taurus-Amanosgebiet beschrieben (1914). Augit- und Amphibol-porphyrite liegen dort zwischen den sedimentären Schichtpaketen und sind mit diesen zusammengefaltet worden.

Die Grüngesteine der Gegend von Soma und Kütahya im Nordwestanatolien wurden von P. Arni permokarbonsch angeordnet (P. Arni, 1942). Auch die trachyandeatische Laven und Tuffe (Tuffite) im Şile-Gebiet im nördlichen Bithynien sind von F. Baykal Permokarbonsch betrachtet, da ihre Gerölle in den Basalkonglomeraten der unteren Trias vorkommen (F. Baykal, 1943). Ähnliche Beispiele aus den anderen palaeozoischen Gebieten kann man noch zusetzen. Im allgemeinen aber wissen wir zu wenig Bescheid von dem untermeerischen Vulkanismus dieser Zeit.

b. Liasische Tätigkeit. — Der eigentliche Submarinvulkanismus hatte sich im liasischen Trog des nördlichen Teil Anatoliens entwickelt. Die Liasformation der Gegend von Bayburt enthält mehrere Horizonte submariner Laven und Tuffe, die zum Teil fossilführend sind (Ammoniten und Brachiopoden). Es kommen, dabei Diabase Spilite, Andesite und Mandelsteine mit Kalzitfüllungen vor, die zwischen den sedimentären Schichten eingelagert sind. In dem 2000 m mächtigen Liasprofil von Bayburt treten die vulkanischen Bestandteile sehr gut auf. Das Profil besteht von oben nach unten aus folgenden Schichtserien (İ. Ketin, 1951):

Bunte Sandsteine und Schiefer mit vulkanischen Einlagerungen	300-350 m
Rote, fossilführende Kalke und Mergel mit Phylloceraten von Aalenien, Toarcien	8-10m
Feinkörnige Schiefer mit dünnen vulkanischen Einlagerungen, Amaltheen-Schichten (Domerien)	500-550 m
Geschichtete, andesitisch-spilitische Laven und Tuffe mit Sandsteinen und Mergeln	300-350 m
Rote, fossilführende Kalkstein-Mergel-Serie	50 m
Sandige Kalksteine und Tuffe mit Brachiopoden	100 m
Quarzführende Laven und Tuffe	300m
Sandsteine, Konglomerate, sandige Schiefer und Kalksteine mit Arietiten (Sinémurien)	250-300 m

Die Liasformation von Bayburt mit vulkanischen Einlagerungen setzt sich nach Westen und nach Osten hin weiter fort.

c. Die kretazische Taetigkeit. — Die Kreidezeit in Anatolien ist gekennzeichnet als eine sehr aktive Periode des untermeerischen Vulkanismus. In die Sedimenttrögen dieser Epoche sind die meisten ophiolitischen Gesteine des Landes eingeflossen. So sind die Diabas-Mandelsteine, Spilite in Form von Kissenlaven (Pillow Lavas) und die Serpentine im weiteren Sinne entstanden als Produkte dieser submarinen Tätigkeit. Mit diesen vulkanischen Materialien kommen noch die Radiolariten, Grünschiefern, roten Mergel und Kalksteine zusammen und sie bilden die eigentliche Ophiolitserie.

In dem zentralen und inneren Teil Anatoliens, besonders in der Umgebung von Ankara, Irmak, Kalecik, Çankırı, Çorum und Amasya, so wie im ganzen Taurussystem treffen wir solche gemischte, magmatisch durchtränkte Schichtserien. Ein typisches Profil dieser Serien kann man an der Hauptstrasse Yozgat-Çorum und in den Tälern parallel dazu beobachten. Ein solches Profil aus dem Kırım Deresi (NO-Yozgat) zeigt die Schichtfolge von oben nach unten (İ. Ketin. 1956):

Bunte, dünnsschichtige Kalksteine	50-60 m
Amygdaloidische Spilite	25-30 m
Rote Kalksteine und Mergel	15-20 m
Basaltische Kissenlavas	8-10 m
Bunte Schiefer und Mergel	45-50 m
Kalkstein und Radiolarite	20 m
Mergel und Kalksteine	25 m
Basische Laven und Brekzien	6 m
Rote Mergel und Kalkschiefer	60-65 m
Kissenförmige Spilite	10-12 m
Kalkstein, Mergel und Schiefer	30 m
Basische Laven	3 m
Graue Schiefer und Mergel	20 m
Serpentin	50 m
Kalkstein mit Radiolariten	5 m
Amygdaloidische Spilite	8 m
Grauer Kalk und Mergel	20m
Diabase	5 m

Grau-blaue Schiefer und Mergel	80 m
Kalzitisierte Basalte	20 m
Mergel und Schiefer	80-90 m
Rote Kalksteine und Radiolarite.....	8-9 m
Sandsteine und sandige Kalke	120-130 m
Vulkanische Tuffe und Spilit.....	8-10 m
Kristallisierte Kalkblöcke.....	20 m
Serpentin und Lavas.....	45-50 m
Kalkstein, Radiolarit und Serpentin.....	120-130 m

In den unteren sedimentären Lagern der kretazischen Ophiolitserie hat man folgende, zeitbestimmende Fossilien festgestellt:

Orbitolina trochus (Fritsch) Silvestri und

Orbitolina aff. conoidea Grass

in der Gegend von Irmak östlich- Ankara (P. Arni, 1942), und im Elmalideresi nördlich Tunceli (İ. Ketin, 1945); auch zahlreiche Globotruncanen (Rosalinen) von turon- und senonem Alter in den oberen Horizonten zwischen Yozgat und Çorum (İ. Ketin, 1956).

d. Oberkretazisch-Palaeozäene Taetigkeit.— Die letzte Phase des mesozoischen Submarinvulkanismus ereignete sich in der Zeit Oberkreide-Untereozän oder Palaeozän. In der ganzen Länge des pontischen Gebirges, besonders an seinem nördlichen Rande sowie in der schmalen Zone der südlichen Ketten treten mächtige Schichtfolgen auf, die neben den sedimentären, oberkretazisch palaeozänen Ablagerungen untermeerische Laven und Tuffe enthalten. Die 1400 m mächtige Laven und Tuffe im östlichen Teil des pontischen Gebirges im Hinterlande von Rize und Ordu, sowie des Bergzuges zwischen Trabzon und Gümüşane gehören dieser Periode.

Als Beispiele sollen hier einige Profile dieser Serien angeführt werden, welche die Lagerungsverhältnisse der magmatischen Materialien mit den sedimentären deutlich nachgeben.

Die ersten Profile stammen aus dem Kupfererzgebiet Murgul Artvin in der noidöstlichen Ecke des pontischen Gebirges. Hier begann der submarine Vulkanismus mit Diabasen und Spiliten schon im unteren Mesozoikum, in der Zeit Jura-Unterkreide, dauerte durch die ganze Kreide hin und setzte sich noch in das untere Eozän fort. Auf diese vulkanische Serie liegen Lutetschichten in Flyschfazies transgressiv. Die folgenden Abbildungen zeigen die verhältnisse deutlich an (Abb. 1 und 2).

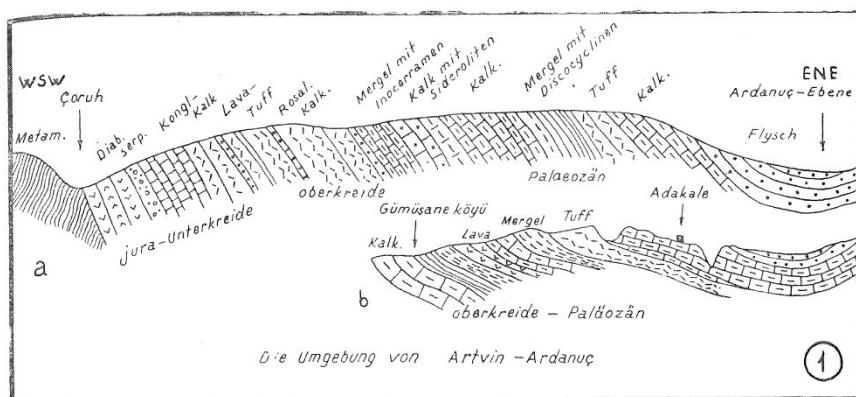


Abb. 1 - Oberkretazisch-palaeozäner Submarinvulkanismus der Gegend von Artvin-Ardanuç

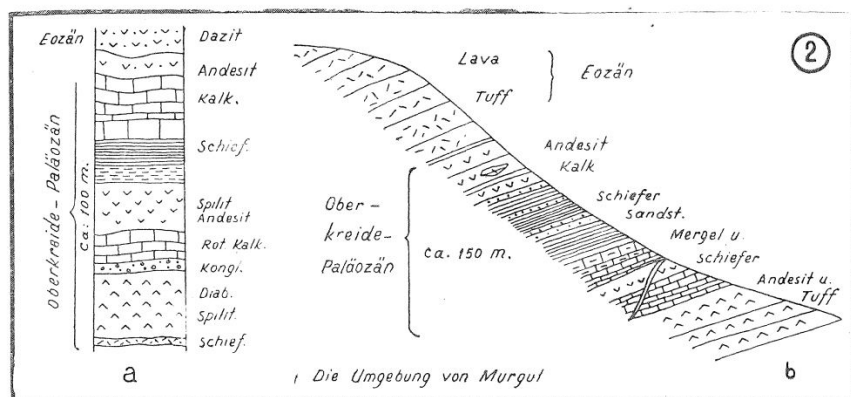


Abb. 2 - Oberkretazisch-palaeozäner Submarinvulkanismus der Gegend von Murgul

In dem südlichen Kupfererzgebiet von Ergani kommen auch ähnliche, oberkretazisch-palaeozäne Schichtserien in vulkanischer Fazies vor. Sie werden auch vom Lutet transgressiv überlagert (E. Chaput, 1936; İ. Ketin, 1955). Entlang der Hauptstrasse Elâzığ-Diyarbakır und dem Maden Deresi treten die farbigen Schiefer-Sandstein-Kalksedimenten der oberen Kreide (Senon) und des unteren Eozäns (Palaeozäns) mit den diabasisch-spilitischen, zum Teil auch andesitisch-dazitischen Laven und Tuffen auf. Nahe der Kupfermine hatte ich folgendes Profil feststellen können Abb. 2.

An der Basis kommen basische Tiefengesteine in der Zusammensetzung von Pyroxenit, Gabbro und Harzburgit vor; auf diesem Untergrund liegen:

Diabase	15m
Farbige Schiefer und Kalksteine mit Senonforaminiferen.....	50m
Serpentinbrekzie und Radiolarit	150 m
Bunte Schiefer und Mergel (Senon)	120m
Spilit und Mandelstein	35 m
Schiefer und Mergel	80 m
Serpentin und Diabas	40 m
Bunte Schiefer und Mergel	120 m
Basische Laven (Spilite)	30 m
Bunte Schiefer und Kalke	300 m
Spilit und Mandelstein	30 m
Farbige Schiefer und Mergel	80 m
Diabas	15 m
Bunte Schiefer und Mergel (Maastricht).....	100 m
Mächtige Schiefer und Lavas alternierend	—

(Dazu Abb, 3).

4,5 km südöstlich von Maden, ausserhalb des Profils, treten noch sandige Kalkbänke zwischen den vulkanischen Lagern auf, die Palaeozänforaminiferen wie *Miscellanea miscella* d'Arch., *Globorotalia* sp. enthalten (İ. Ketin, 1950). Auf diese Serie liegen erst graue Kalke mit Altlutet-Nummuliten (*N. atacicus*, *N. globulus*, *N. guettardi* und *N. granifer*).

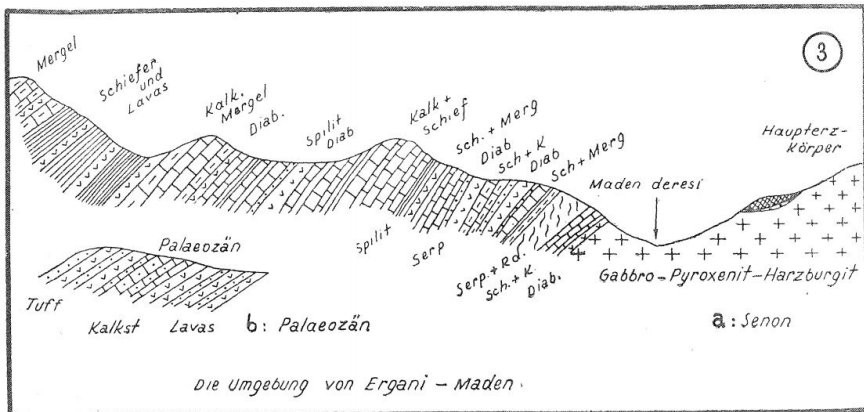


Abb. 3 - Oberkretazisch-palaeozäner Submarinvulkanismus der Gegend von Ergani - Maden

e. Die eozäne Taetigkeit.— Der untermeerische Vulkanismus in der Türkei spielte noch eine grosse Rolle in der Eozänzeit im Mittelanatolien. In der Nähe von Yozgat und Merzifon kommen andesitisch-spilitische Laven, Tuffe und vulkanische Brekzien vor, die mit den fossilführenden Lutet-schichten zusammen sedimentiert und gefaltet sind. Diese Art Schichtfolge ist am besten an der Strasse Yerköy-Yozgat aufgeschlossen. Beim Eingang in die Stadt Yozgat kann man folgendes Profil beobachten.

An der basis im Tal sind kristalline Gesteine (Diorit) schichtbar; darauf liegen:

Feinkörniges Konglomerat mit sandigem Kalk und

Schiefer mit Nummuliten	8-10 m
Tuffe und Agglomerate aus amygdaloiden Basaltstücken.....	6-7 m
Andesitische Laven und Tuffe	3,5 m
Tuffe und Sandsteine mit Nummuliten	3 m
Fossilführende, tonige Tuffe mit Lutet-Nummuliten (<i>N. granifera</i> , <i>N. uroniensis</i>)	5-6 m
Mandelsteine, Tuffe und Agglomerate	5 m
Feinkörniger Tuff und Ton	6 m
Andesitische Laven und Tuffe	15-18 m
Chloritführende Andesite	8 m
Feinkörniger Tuff	5 m
Andesitlava	4 m
Tuffit	8-10 m
Grüne, brekziöse Tuffe (Baustein)	18-20 m
Feinkörniger, gelber Tuff	10 m
Vulkanische Agglomerate	25-30 m
Feinkörniger Tuff	50-60 m
Dunkelgraue Andesitlaven (Keltepe)	40-50 m

Das ganze Profil ist ungefähr 250-270 m mächtig (İ. Ketin, 1956) (Dazu noch Abb. 4).

Die Verhältnisse bei Merzifon (Vilâyet Amasya) sind auch die gleiche.

III. OBERFLÄCHENVULKANISMUS

Die eigentliche vulkanische Tätigkeit in Anatolien hatte erst in überoligozän, hauptsächlich aber in Miozän angefangen. Während des Pliozäns und Quartärs stand der Oberflächenvulkanismus in seiner stärksten Perio-

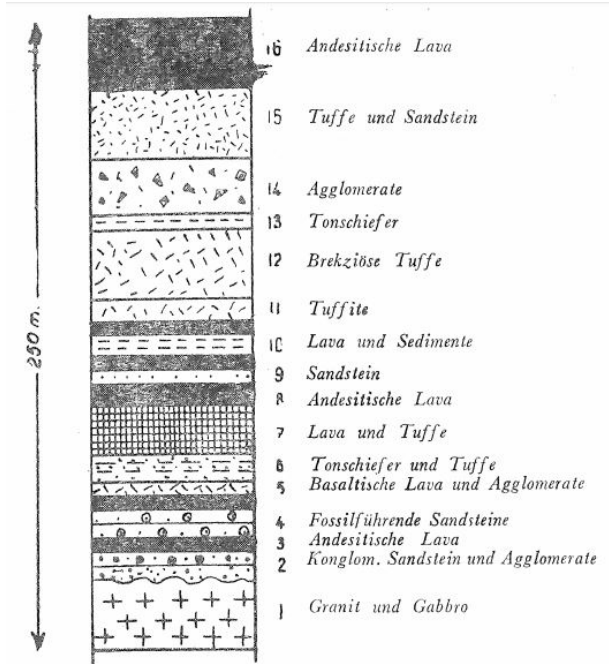


Abb. 3 - Submarinvulkanismus eozänes Alter in der Nähe von Yozgat

de und in der geologischen Gegenwart ging die Aktivität allmählich zum Erlöschen. Im allgemeinen wurden andesitische Laven und Tuffe gefördert; die anderen, sauren oder basischen Materialien bleiben stark zurück. Die Hauptvulkanformen sind die kegelförmigen Stratovulkane und geschichtete Lava und Tuff decken. Es kommen noch einige Kalderas und Maare vor. Flache Basaltdecken treten nur in dem Südostteil des Landes, an der nördlichen Peripherie des arabischen Schildes auf.

Die grossen Vulkane Mittelanatoliens, namentlich Erciyas und Hasan Dağ waren schon im Obermiozän tätig. Ihre ersten Förderprodukte, die weissen und sauren Tuffe wurden hunderte von Kilometern weit von Eruptionszentren zerstreut und in den damaligen Neogen-Seen Mittelanatoliens abgesetzt (Abb. 5). So entstand 300-350 m mächtige Tuffablagerung der Gegend von Urgüp, Göreme und Nevşehir. Die Zeit dieser ersten Eruptionen könnte man geologisch feststellen, da die Tuffe an manchen Stellen fossile Knochen oder Zähne von Wirbeltieren, namentlich von *Hipparion gracile* enthalten (E. Chaput, 1936; İ. Yalçınlar-R. İzbirak, 1950-51). Die Haupttätigkeit mit Lavaförderung bei diesen Vulkanen geschah in der

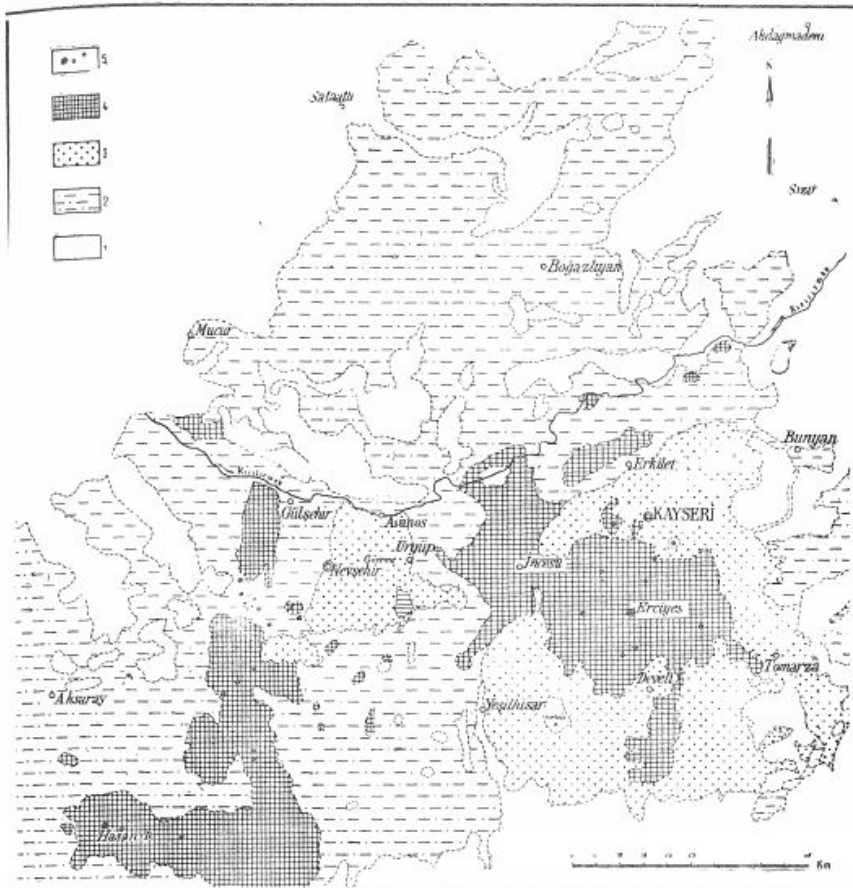


Abb. 5 - Die Ausbreitungsgebiete der Lava und Tuffe des Erciyas-Vulkans im Zentral-Anatolien

*1 - Vorneogene Formationen; 2 - Neogen mit Tuffeinlagerung; 3 - Tuffe;
4 - Lavas; 5 - Eruptionszentren.*

zweiten Periode, während des Pliozäns und Quartärs. Ihre letzte Aktivität wurde sogar in der historischen Zeit von den Menschen wahrgenommen.

Die andesitisch-dazitischen Laven der Umgebung von Ankara und die trachyandesitische Lavakuppein von Afyon und der Umgebung von Konya gehören auch zu der miozän-pliozänen Eruptionsphase Zentralanatoliens.

Im Westen, im Aegäischen Gebiet, kommen meist andesitischdazitische Laven und Tuffe vor, die sich zwischen den Seeablagereuren des Neogens auf treten. Est gibt auch liparitisch-dazitische Laven und Tuffe, die auch geschichtet aussehen und gleiches Alter haben. Die Basalteruptionen

bilden dagegen den Schlussakt der vulkanischen Tätigkeit dieses Gebietes.

In der Gegend von Kula (die Katakekaumene oder das verbrannte Land der Alten) treten die jüngsten Basaltlaven auf. Wie in der Eifel und in Auvergne sind die Laven hier sehr frisch und die Krater gut erhalten. Die erste Basalteruption fand hier vor der Bildung der Erosionstäler statt; ihr folgte zweite und dritte Phase nach der Entstehung der Täler und die letzte jüngste Tätigkeit geschah in der geologischen Gegenwart, aber nicht in der historischen Zeit. Während der vier Eruptionsphasen sind immer basaltische Laven von gleicher Zusammensetzung (Hornblendeführende Leuzit- und Mephelin-Basalte) herausgeflossen (Philippson, Freche).

Im Südostanatolien, im Gebiete von Diyarbakır-Cizre und Gaziantep breiten sich basaltisch-doleritische Laven auf grosse Flächen und bilden eine Decke auf den pliozänen Schichten. In der Stadt Diyarbakır treten diese Laven wie natürliche Strassenpflaster auf. Diese Basalte gehören zu der plio-quartären Periode der vulkanischen Aktivität dieser Gegend.

In dem bekannten ostanatolischen Vulkangebiet, wo die grossen und hohen Vulkanberge wie Ararat (Ağrı, 5156 m), Süphan (4434 m), Nemrut und Tendürek um den Van-See herum stehen, begann die vulkanische Tätigkeit in der Zeitwende Pliozän/Quartär und dauerte bis Gegenwart. Zuerst wurden andesitische oder andesitobasaltische Laven gefördert, die den Sockel der grossen Vulkane bildeten. Dann kam mehr basaltische Eruptionen zustande, die zur Entstehung der spitzen Teile der Vulkankegel von Süphan und Nemrut führten.

Der grosse und der kleine Ağrı sind zwei getrennte Vulkane mit ihren eigenen Eruptionskanälen und Kegeln (M. Blumenthal, 1958). Beide sind Stratovulkane bestehend hauptsächlich aus Laven und weniger aus Tuffen oder Agglomerates. Auf den Gipfeln sieht man heute keinen kesselartigen Krater mehr. Er ist durch erstarrete Laven und verschwemmte Lockerprodukte ausgefüllt und zum Teil verwischt.

Der grosse Ağrı besteht in seinem unteren Teil aus einem älteren andesitischen Grundgerüst und im oberen Teil dagegen aus einer jüngeren, basaltischen Decke, die Andesite durchbrechen. Die beiden Ağrı-Vulkane (der kleine und der grosse) sind gänzlich erloschen. Keine Solfataren- oder Fumarolentätigkeit ist noch sichtbar. Die Haupttypen der Ağrı-Laven sind:

Leukoandesit, Hypersthenaugitandesit, Hypersthenandesit, Augitandesit und wenig Dazit. In der basaltischen Reihe kommen noch olivinführende Andesinbasalte vor.

Die älteste Periode der vulkanischen Tätigkeit im Ağrı entspricht der Zeltwende Pliozän/Quartär. Während dieser Periode entstand der Stratovulkan durch andesitische Laven und Tuffe. Die jüngere Periode, in der die basaltischen Flankeneruptionen stattgefunden haben, ereignete sich nach der Talbildung, also während des Spätquartärs (Diluviums). Diese letzte Aktivität hatte aber nirgends in die Gegenwart hinein ragte (M. Blumenthal, 1958).

Die peripheren oder parasitären Krater des grossen, 3916 m hohen Erciyas-Vulkans im Zentralanatolien sollten in der historischen Zeit noch tätig gewesen sein. Der in Amasya geborene griechische Geograph Strabo (63 v. Chr.-21 n. Chr.) schrieb in seinen berühmten Geographie - Büchern über die vulkanische Tätigkeit des Erciyas.ağ folgendes: «Etwas weiterhin kommt man in ein viele Stadien grosses, vom Feuer heimgesuchtes Feld, voll von Schlünden, aus denen Flammen hervorbrechen..., und da ist der Boden auch sumpfig, und es brechen nachts Flammen aus ihr hervor» (aus Frech, 1914).

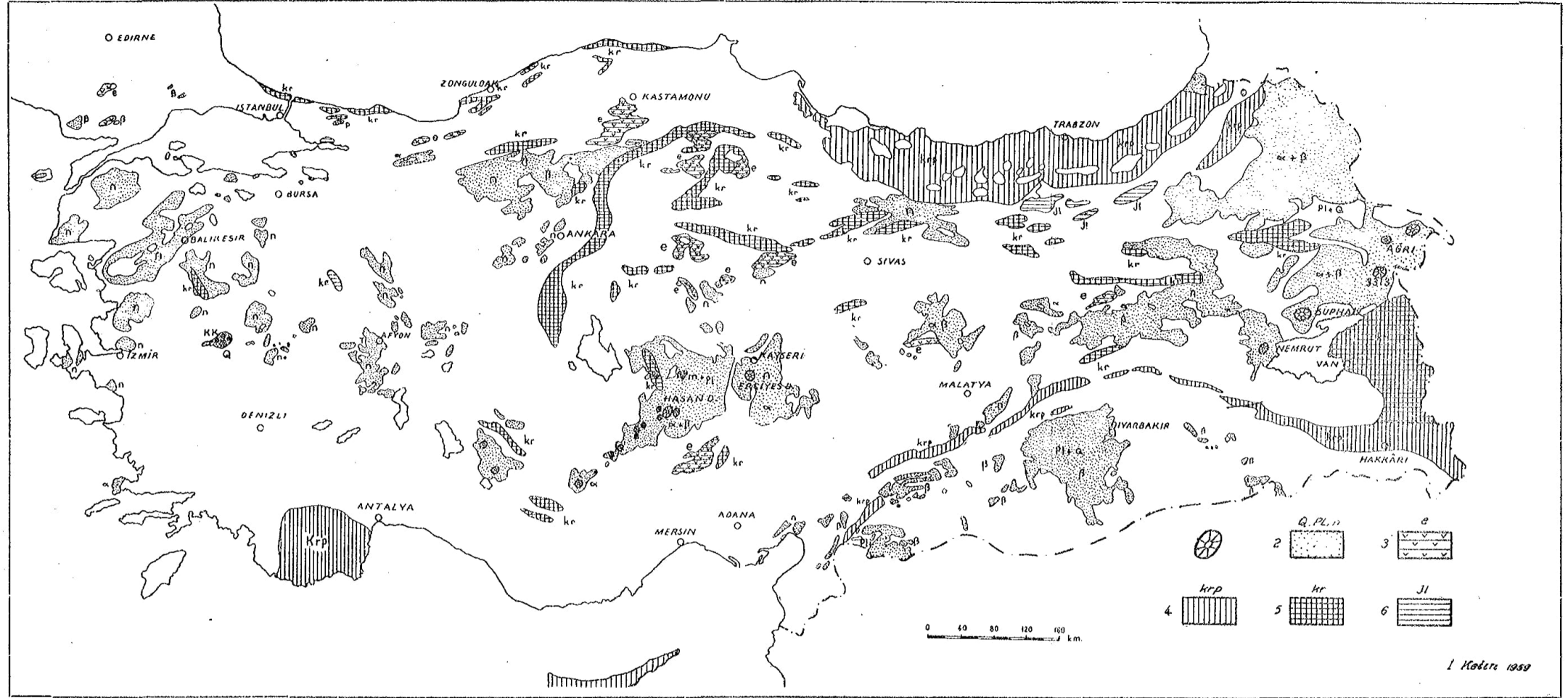
Nach Oswald hat die letzte Eruption von Nemrut (mit wassergefülltir Kaldera) im Ostanatolien in historischer Zeit (1441 ?) stattgefunden. In dieser Periode wurde auch der 25 km lange Basaltstrom entstanden, der bis Bitlis ausgeflossen ist und den VanSee zum Stauen zwangte (E. Lahn, 1945).

Der quartäre Basaltkegel Tendürek (3313 m) im ostanatolien ist der einzige «aktive» Vulkan in Anatolien. Er befindet sich nämlich in dem Solfatarenstadium seiner Tätigkeit (H. N. Pamir, 1951). Aus seinem östlichen, 400-500 m breiten Krater steigen heisse Dämpfe und H₂S-haltige Gase, aus denen Schwefel absetzt. Temperatur des Dampfes ist 50-60°. Die heisse Quelle von Diyadin steht offenbar mit der Tendürekeruption in Zusammenhang. Auch die zahlreichen Kohlensäure-Exhalationen und heisse Mineralquellen im ganzen Lande sind die Nachträger der jüngsten vulkanischen Erscheinungen in Anatolien.

Manuscript received November 10, 1960

LITERATURVERZEICHNIS

- ALTINLI, E. (1946): Geologie des Vilayets Ordu-Giresun. Rev. Fac. Sc. Univ. d'İstanbul, Serie B, Tome XI, Fasc. 3.
- AYAN, M. (1959): Contribution à l'étude pétrographique et géologique de la région située au nord-est de Kaman (Turquie). Thèse, Fac. Sc. Univ. Nancy, Tome II.
- AYGEN, T. (1956): Etude géologique de la région de Balya. Publ de l'Inst. M.T. A. S. D, No. 11, Ankara.
- BAYKAL, F. (1943): La géologie de la région de Şile (Bithynie-Anatolie). Monographie de la Fac, Sc. Univ. d'İst. No. 3, İstanbul.
- BLUMENTHAL, M. (1955): Géologie des Hohen Bolkardağ, seiner nördlichen Randgebiete und westlichen Ausläufer. Veröff des Inst, M. T. A., Serie D, No. 7, Ankara.
- BLUMENTHAL, M. (1955): (1958): Der Vulkan Ararat und die Berge seiner Sediment-umrandung. Rev. Fac. Sc. Univ. d'İst., XXIII, 3-4, İstanbul.
- BORCHERT, H. (1958): Die Chrom- und Kupfererzlagerstätten des initialen
- BORCHERT, H. (1959) : Das Ophiolitgebiet von Pozantı und seine Chromerzlagerstätten. Veröff. des Inst. M. T. A., No. 104, Ankara.
- BORCHERT, H. (1960) : Die Chromitvorkommen in der Umgebung von Yeşilova-Burdur. Veröff des Inst. M. T. A., No. 105, Ankara.
- BORCHERT, H. (1960) : Die Chromitvorkommen im Peridotitmassiv westlich von Acipayam-Denizli. Veröff des Inst. M. T. A.. No. 106, Ankara,
- CHAPUT, E. (1936) Voyages d'études géologiques et géomorphogéniques en Turquie, Paris.
- DUBERTRET, M. (1955): Géologie des roches vertes du nord-ouest de la Syrie et du Hatay (Turquie). Notes et Mémoires sur le Moyen-Orient, Tome VI, Paris.
- FRECH, F. (1914): Der Vulkanismus Kleinasiens und sein Verhältnis zum Gebirgsbau. Peterm, Mittl., 60, Jahrgang.
- HELKE, A. (1955): Beobachtungen an türkischen Minerallagerstätten. Neues Jahrb. Mineral Abh. 88/1, Stuttgart.
- HIESSLEITNER, G. (1955): Neue Beiträge zur Geologie chromerzführender Peridotitserpentine des südanatolischen Taurus, M. T. A. Bull. No. 46/47, Ankara.



TÜRKİYE'DE DENİZALTI VE YERÜSTÜ VOLKANİZMASI

SUBMARIN^ UND OBERFLAECHEENVULKANISMUS IN DER TÜRKEI

1 - Kraterleri olan volkan konileri (Vulkankeçci m'a Krater); 2 - Yerüstü volkanizması (Q, Pl, n = Kuaterner, Pl = Pliosen, n = Neojen yaşta) (Oberflaehenvulkanismus (Q = Quartaeres, Pl = Pliozims, n = neogenes Alter)); 3 - Eosen yaşta denizaltı volkanizması (e) (Submarinvulkanismus eozaenes Alter (e)); 4 - Üst Kretase/Palcosen yaşta denizaltı volkanizması (krp) (Submarinvulkanismus oberkretaziseh-palaezoaenes Alter (krp)); 5 - Kretase yaşta denizaltı volkanizması (kr) (Submarinvulkanismus kretazisehes Alter (kr)); 6 - Lias yaşta denizaltı volkanizması (jl) ve Paleozoik yaşta volkanik taşlar (p), (Submarinvulkanismus liasisches Alter (jl) und vulkanische Gesteine palaeozoisches Alter (p); alfa = andezitik, beta = bazaltik, T = trakitik, ICK = Kula (Katakekaumene), Alpha = andesitisch, Beta = basaltisch, T = trachytisch, KK = Kula (Katakekaumene),

- KAADEN, G. V. d. (1959): Age relations of magmatic activity and of metamorphic processes in the northwestern part of Anatolia-Turkey. M. T. A. Bull, No. 52, Ankara.
- KETİN, İ. (1950): Über die tektonischen Ergebnisse defd Gelände -aufnahme des Gebietes Ergani-Eğil in SO-Anatolien. Rev. Fac. Sc. Univ. d'Ist., B, XV/2, İstanbul.
- KETİN, İ. (1951): Über die Geologie der Gegend von Baykurt im NO-Anatolien, Rev. Fac. Sc. Univ. d'Ist XVI/2, İstanbul.
- KETİN, İ. (1956): On the geology of Yozgat region and the tectonic features of the central-Anatolien massif (Kırşehir-Crystallines). Bull. Geol. Soc. Turkey, Vol. VI, No. 1, Ankara.
- KETİN, İ. (1959): Über Alter und Art der kristallinen Gesteine und Erz-lagerstätten in Zentral-Anatolien. Berg. und Hüttenm, Monatshefte, 104, Heft 8.
- LAHN; E. (1945): Le Volcanisme néogène et quaternaire en Anatolie. Türk Coğr. Dergisi, Yıl III, Sayı 7-8.
- PAMİR, H. N. (1951): Mount Tendürük. Rev. Fac. Sc, Univ. d'Ist., XVI/1, İstanbul.
- PHILIPPSON, A. (1913): Das Vulkangebiet von Kula, in Lydien, die Kata-kekaumene der Alten, Peterm Mittl., Jahrg. 59.
- YALÇINLAR, İ. (1950): Les vertébrés du Miocène supérieur à l'Est de Kayseri (Turquie). Rev. Fac. Sc. Univ. d'Ist. Série B, Tome XV, Fac, 3, İstanbul.
-